



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
DEPARTAMENTO DE CONVERSIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA

<b>DIVISIÓN</b>	<b>CIENCIAS FÍSICA Y MATEMÁTICAS</b>
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>CONVERSIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA</b>
<b>ASIGNATURA</b>	<b>CT- 3412 TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS</b>
<b>HORAS/SEMANA</b>	
<b>VIGENCIA</b>	

## PROGRAMA

### TEMAS:

#### 1.- Introducción

- Objetivos del curso. Formas de energía y de conversión.
- Definición de una turbomáquina térmica.
- Clasificación de las Turbomáquinas Térmicas.
- Sistemas de Unidades y dimensiones.
- Bibliografía.
- Problemas.

#### 2.- Conceptos y ecuaciones básicas

- Ecuación de continuidad para un fluido compresible.
- Primer Principio de la Termodinámica.
- Energía interna.
- Condiciones de estancamiento.
- Ecuación de movimiento de un fluido compresible.
- Ecuaciones de Euler (trabajo específico, torque).
- Segunda Ley de la Termodinámica: Entropía, Números adimensionales.
- Clásicos y específicos para las turbomáquinas térmicas.
- Número de Mach del alabe.
- Relaciones funcionales.
- Curvas características de funcionamiento.
- Regímenes inestables.
- Rendimientos : Global, mecánico, adiabático, Politrópicos; volumétrico
- Rendimiento de un difusor de una tobera.
- Representación en un diagrama.
- Entalpía.
- Entropía de los procesos de compresión, difusión y de expansión.
- Modelos matemáticos para el flujo en los órganos fijos y en el rodete.
- Perfiles y rejillas de perfiles en flujo compresible .

#### 3.- Turbinas de flujo axial, teoría bidimensional

- Componentes de una turbina axial.
- Campos de aplicación.
- Análisis termodinámica de la turbina de vapor.
- Condiciones de estancamiento.
- Rendimiento.
- Triángulos de velocidades.
- Coeficientes de carga de escalonamiento.
- Grado de reacción.
- Diagrama de características de escalonamiento.
- Relación entre las pérdidas en los álabes y el rendimiento de la turbina.
- Datos experimentales sobre la actuación.
- Efectos de la forma de los perfiles sobre la actuación de los álabes.
- Procedimiento de evaluación.
- Relación entre las pérdidas en los álabes y la distribución de presión.
- Efecto del paso de los álabes y del espesor del perfil.
- Influencia de la forma del borde de escape.
- Efecto de su espesor.
- Efecto de su curvatura.
- Condiciones de salida en álabes supercríticos.
- Pérdidas por flujo secundario.
- Otros factores que influyen la operación.
- Problemas.

#### **4.- Compresores de flujo axial: Análisis bidimensional**

- Descripción de un escalonamiento.
  - Componentes principales.
  - Principio de funcionamiento.
  - Diagrama de velocidades.
  - Análisis termodinámico.
  - Pérdidas y rendimiento.
  - Grado de reacción.
  - Características de las rejillas.
  - Ángulo del flujo a la salida.
  - Pérdidas de presión total.
  - Máximo aumento de presión en el escalonamiento.
  - Sustentación y resistencia.
  - Rejillas móviles.
  - Compresores axiales de gran diámetro.
  - Parámetros de actuación, rotor sin prerotación, rotor con prerotación.
  - Compresores axiales de pequeño diámetro.
  - Modelo del flujo irrotacional.
  - Velocidades axiales a proximidad de la corona de los álabes para flujos rotacionales
- Evolución del perfil de la velocidad axial a lo largo del compresor.

- Factor del trabajo realizado.
- Flujos secundarios y desprendimiento en compresores axiales.
- Desprendimiento rotativo. problemas de estabilidad de funcionamiento.
- Problemas.

### **5.- Compresores centrífugos**

- Introducción, algunas definiciones.
- Componentes principales.
- Principio de funcionamiento.
- Analisis Teóricos de un compresor centrífugo.
- Triángulos de velocidades.
  - La ecuación de energía.
  - La ecuación de movimiento.
- Efectos de la prerotación a la entrada y de los álabes no-radiales.
- Efecto de la fricción de disco.
- Factor de deslizamiento.
- Relación de compresión, análisis de la admisión: Número de Mach relativo a la admisión; diseño óptimo de la admisión.
- Análisis del rodete: Flujos secundarios en el rodete, Número de Mach a la salida del rodete
- Análisis y diseño del difusor.
- Estabilidad del funcionamiento de los compresores centrífugos.
- Bloqueo en un escalonamiento.
- Curvas características de un compresor centrífugo.
- Limitaciones de un compresor centrífugo.
- Problemas.

### **6.- Turbinas de flujo radial**

- Componentes.
- Tipos de turbinas radiales.
- Análisis del flujo ideal que atraviesa una turbinas radial: Triángulo de velocidades.
- Trabajo específica. Grado de reacción del rodete, rendimiento teórico
- Análisis del flujo real que atraviesa una turbina radial : Deflección y fricción,
- Trabajo específico.
- Rendimiento y otras características.
- Cálculo de las principales dimensiones
- Diseño de los alabes.
- Adaptación de la potencia disponible al eje.
- Turbinas de varios escalonamientos y varios flujos.
- Comparación de las turbinas axiales de una etapa con las turbinas radiales de una etapa.
- Datos de operación.
- Ejemplos de turbinas de gas en producción limites de la relación de presiones en una turbina de gas.
- Perdidas intersticiales y de ventilación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- **Dixon, S.**, “Mecánica de fluidos y termodinámica de las turbomáquinas”, Editorial. Dossat S.A.
- 2.- **Hawthorne, W.R.**, “Aerodynamics of Turbines and Compresores”. Oxford University Press, London, 1964.
- 3.- **Horlock, J.H.**, “Axial Flow Compresors, Fluid Mechanics &. Thermodynamics. Butterworth”. London 1958.
- 4.- **Horlock, J.H.**, “Axial Flow Turbines, Fluid Mechanics &. Thermodynamic Butterworths”. London 1966.
- 5.- **Mataix, C.**, “Turbomáquinas térmicas; turbinas de gas; turbinas de vapor, turbocompresores”, Editorial. Dossat S.A.
- 6.- **Sedille, H.**, “Ventilateur et Compresseurs Centrifuge et Axiaux”. Eurolles Editeurs. Masson el Cie Editeurs Tome 1 et Tome II/.
7. **Shepherd, D.G.**, “Principales of Turbomachinery”. The Mac Millan Company, New York.
- 8.- **Stodola.** “Steam and Gas Turbines”. Mac Graw-Nill Company New York, 1945
- 9.- **Vavra, M.H.**, “Aero-Thermodynamics and Flow in Turbomachines”. Robert E. Krieger Publishing Company, New York.
- 10.- **Vivier, I.**, “Turbinas de vapor”. Edit. Urma, Bilbao, España, 1978.
- 11.- **Wislicenius, G.F.**, “Fluid. Mechanics of Turbomachinery”. Mac. Graw-Hill Company, New York, 1947

### **REVISTAS:**

- 1.- Journal of Engineering for Power (American Society of Mechanical Engineers)
- 2.- Power (Mc Graw-Hill Publication)
- 3.- Revue Brown Brovery (Suiza)
- 4.- Revue Générale de Thermique (Société Francaise des Thermiciens)
- 5.- Entropie (Francia).